

MLS - HEALTH & NUTRITION RESEARCH

<https://www.mlsjournals.com/MLS-Health-Nutrition>



Health & Nutrition
Research

Cómo citar este artículo

Gutiérrez, A. (2023). Beneficios del consumo de insectos como fuente de alimento en la salud humana: una revisión bibliográfica. *MLS Health & Nutrition Research*, 2(1), 50-66

BENEFICIOS DEL CONSUMO DE INSECTOS COMO FUENTE DE ALIMENTO EN LA SALUD HUMANA: UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Alberto Gutiérrez Urcola

Universidad Europea del Atlántico

albertogtzurcola@gmail.com <https://orcid.org/https://orcid.org/>

Resumen. El aumento demográfico de forma exponencial y la falta de recursos obliga a la población a buscar alternativas más saludables y sugerentes para su alimentación. El objetivo de esta revisión es demostrar que el consumo de insectos, como complemento alimenticio en la dieta habitual de los seres humanos, aporta beneficios a la salud. Se realizó una revisión bibliográfica de artículos con base científica consolidada consultando las bases de datos "Cochrane", "Pubmed", "Science direct", "Dialnet" y "Medline plus", con restricción de fecha de 5-10 años, en español y en inglés. También se ha incluido literatura gris como tesis, proyectos, trabajos de fin de máster, entre otros. En cuanto al estudio, no se han hecho ningún tipo de limitaciones. Los insectos tienen la capacidad de ofrecer beneficios a la salud de las personas por su alto valor nutricional, la bioactividad de sus componentes e inclusive, por aumentar la sostenibilidad medioambiental. El tipo de insecto, su alimentación, su hábitat... Van a determinar su composición y, por consiguiente, sus beneficios nutricionales. A consecuencia de esto, existen numerosas investigaciones en las que se demuestran tales beneficios en mayor o menor medida aunque, debido a su novedad y a su precariedad, se necesita mucha investigación al respecto.

Palabras clave: Insectos comestibles. Entomofagia. Valor nutricional. Compuestos bioactivos. Salud humana.

BENEFITS OF INSECT CONSUMPTION AS A FOOD SOURCE ON HUMAN HEALTH: A LITERATURE REVIEW

Abstract. The exponential demographic increase and the lack of resources are forcing the population to look for healthier and more appealing alternatives for their diet. The aim of this review is to demonstrate that the consumption of insects, as a food supplement in the regular diet of humans, provides health benefits. A bibliographic review of articles with a consolidated scientific basis was carried out by consulting the following databases "Cochrane", "Pubmed", "Science direct", "Dialnet" and "Medline plus", with a date restriction of 5-10

years, in Spanish and English. We also included grey literature such as dissertations, projects, master's theses, among others. No limitations were placed on the type of study. Insects have the potential to offer health benefits to people through their high nutritional value, the bioactivity of their components and even by increasing environmental sustainability. The type of insect, its diet, its habitat, etc., will determine its composition and, consequently, its nutritional benefits. As a result, there is a great deal of research demonstrating such benefits to a greater or lesser extent, although, due to its novelty and precariousness, much research is needed.

Keywords: Edible insects. Entomophagy. Nutritional value. Bioactive compounds. Human health.

Introducción

El consumo y la demanda de alimentos está aumentando ilimitadamente a nivel mundial. A causa de la falta de recursos, las personas se ven cada día más obligadas a optar por alternativas muy procesadas cuya salubridad no está asegurada. Debido al crecimiento exponencial de la población humana y a la falta de extensiones como las áreas agrícolas, es necesaria la introducción de otro tipo de alimentos que complementen el patrón dietético de la población, los insectos. Este tipo de animales invertebrados son uno de los grupos más diversos que se extienden por el planeta. Con más de 1 millón de especies descritas se los puede considerar como la población de animales más abundante, alrededor del 90% de las formas de vida existentes (1).

Los insectos comestibles se encuentran en infinidad de hábitats, sin embargo, algunas especies están en peligro de extinción debido a la deforestación, factores antropogénicos, contaminación, etc. Tanto su distribución como su disponibilidad se ve afectada por el cambio climático (2).

Los recursos son limitados y, con ello, los alimentos, piensos y combustibles. Los insectos son una fuente de alimento importante e interesante debido a su alto contenido en macro y micronutrientes, y a su capacidad de ser utilizados como ingrediente en otros productos aumentando su valor nutricional y colaborando en producciones más ecológicas. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) afirma que es necesario el aumento de la producción de alimento para evitar con ello problemas nutricionales como lo son la malnutrición o la desnutrición, entre otros (3).

La utilización de los insectos como fuente de alimento es una estrategia interesante e innovadora ya que, entre los muchos beneficios que nos pueden ofrecer, estos animales tienen una alta conversión alimenticia (por 2kg de alimento, los insectos aumentan 1 kg de peso; por otro lado, el ganado necesitaría 8kg de este para aumentar 1 kg de peso), despiden menos gases de efecto invernadero (GEI) y amoníaco que el ganado, son animales polinizadores, necesitan menor cantidad de agua para sobrevivir, mejoran la fertilidad del terreno, contribuyen al control de plagas e, incluso, actúan como coadyuvantes para la subsistencia de ciertas poblaciones mejorando la salud de las personas tanto favorecidas como desfavorecidas (4).

Podemos afirmar con esto, que los insectos aparte de ser sostenibles, influyen de manera positiva en la salud de las personas (3,4). Nuevos estudios e investigaciones abogan por el consumo de insectos comestibles, siempre y cuando estén regulados por ley, ya que ofrecen una elevada calidad nutricional y numerosos beneficios para la salud (5).

El objetivo principal de esta revisión es demostrar a través de su composición, sus compuestos bioactivos, su seguridad alimentaria y su aceptabilidad por el consumidor, entre otros, que el consumo de insectos aporta beneficios a la salud humana.

Método

Para llevar a cabo la búsqueda bibliográfica, se han analizado diversos estudios, los cuales estaban enfocados, principalmente, en los insectos como nuevo alimento a incorporar enriqueciendo así la dieta occidental, siempre y cuando cuenten con una seguridad avalada para su consumo en humanos y estén permitidos legalmente en Europa. Se incluyeron estudios clínicos, artículos de revisión, libros online, guías, diccionarios... Entre muchas otras fuentes científicas. También se ha incluido literatura gris como tesis, proyectos, trabajos de fin de máster, entre otros. Dicha búsqueda comenzó en noviembre del 2021 y finalizó en abril del 2022.

Acto seguido, se explica más minuciosamente como se ha realizado esta búsqueda de bibliografía utilizando algunas palabras clave en las siguientes bases de datos de libre acceso (Cochrane, Pubmed, Science direct, Dialnet, Medline plus): (“Insectos comestibles” [en título y resumen] o “Entomofagia” [en título y resumen]), (“Valor nutricional insectos” [en título y resumen] o “Proteínas insectos” [en título y resumen] o “Lípidos insectos” [en título y resumen]), (“Ecología insectos comestibles” [en título y resumen] o “Sostenibilidad insectos” [en título y resumen]) y (“Seguridad alimentaria insectos” [en título y resumen] o “Alergias insectos” [en título y resumen]).

Una vez realizada la búsqueda y habiendo obtenido los títulos y resúmenes de cada artículo, se procedió a aplicar los siguientes criterios de inclusión: ser artículos que contemplen insectos aptos para el consumo humano, sobretodo centrados en aquellos con una seguridad avalada para su consumo y que estén permitidos en Europa; ser artículos que se encuentren en revistas indexadas que cuenten con un $IF \geq 1,5$; y ser artículos de los últimos 5-10 años.

En cuanto a los criterios de exclusión, simplemente son aquellos que no se ajusten a los criterios de inclusión sin hacer ningún otro tipo de limitación. Por consiguiente, se seleccionaron e incluyeron en la revisión 86 artículos.

Resultados

Valor nutricional

El valor nutricional de estos invertebrados es muy variable, ya que depende de la especie, la etapa metamórfica en la que se encuentre, su hábitat, su dieta, su forma de procesado y preparación e inclusive las técnicas y métodos analíticos utilizados en su medición (2). A grandes rasgos, todos los insectos aptos para el consumo son una fuente valiosa de energía, proteínas, grasas, fibra y micronutrientes, según el índice de calidad nutricional (INQ) (6), por lo que podemos considerarlos como un alimento interesante para incorporar a nuestra alimentación (7).

Enfocándonos en los insectos permitidos legalmente por la Unión Europea, los dividiremos en dos órdenes; coleóptera (*Tenebrio molitor*) y orthoptera (*Locusta migratoria* y *Acheta domesticus*).

El gusano de la harina (*Tenebrio molitor*) es un coleóptero o escarabajo que se suele consumir en su estado larvario. Se utiliza como alimento de reptiles y aves, aunque cada vez está más en auge para el consumo humano debido al alto contenido proteico y lipídico que necesitan para la obtención de energía durante el proceso metamórfico (8).

El grillo doméstico (*Acheta domesticus*) y la langosta migratoria (*Locusta migratoria*) son ortópteros cuya cría principalmente va destinada como alimento para animales, aunque cada vez más se está incentivando su interés en el consumo humano debido a su alto valor nutricional, su bajo contenido graso en comparación con el *Tenebrio molitor* y su contenido elevado en fibra (quitina) gracias a su exoesqueleto (9, 10).

Adentrándonos en cuanto a composición nutricional se refiere, las 3 especies son ricas en proteínas y grasas, aunque el contenido mineral y vitamínico difiere entre ellas (11-13) (Tabla 1).

Tabla 1

Composición nutricional de Tenebrio molitor, Acheta domesticus y Locusta migratoria (6, 11-13). Elaboración propia.

Especies desecadas de insectos	Valor energético (Kcal/100g)	Proteínas (g/100g de materia seca)	Grasas (g/100g de materia seca)	Hidratos de carbono (g/100g de materia seca)	Minerales (mg/100g de materia seca)	Vitaminas (µg o mg /100g de materia seca)
Acheta domesticus (grillo común adulto)	153	20,5	TOTALES (5,06) PUFA (2,43) SFA (2,28)	1-4	Ca (99,6) Cu (0,62) Fe (5,46-8,83) Mg (55,1) P (299,3) Na (163-178) K (347-390) Zn (6,71-11) Mn (1,15)	A (6,53 µg) E (2,26 mg) B1 (0,04 mg) B2 (3,41 mg) B3 / PP (3,84 mg) B6 (0,23 mg) B12 (0,53 µg) C (3 mg)
Locusta Migratoria (langosta migratoria adulta)	400-500	40-60	TOTALES (4,3) PUFA (3,75) SFA (3,5)	0,1-2	Fe (8-20)	Provitamina A (958,44 µg/100g) Vitamina C (102,17mg/100g)
Tenebrio molitor (gusano de la harina, larva)	178	24,13	TOTALES (6,14) PUFA (5,85) SFA (2,32)	1-6	Ca (24,2) Cu (0,75) Fe (2,87) Mg (69) P (295) Na (66) K (368) Zn (4,86) Mn (0,46)	A (<30 µg) E (<0,34 mg) B1 (0,1 mg) B2 (0,85 mg) B3 / PP (5,64 mg) B6 (0,81 mg) B12 (0,56 µg) C (5,4 mg)

Proteínas (PP)

El valor biológico de las proteínas que se encuentran en estos animales es alto, sobre todo en los ortópteros. El contenido proteico varía según la familia, la especie, el sexo... y se suele expresar en función de la materia seca. Su digestibilidad es muy variable dependiendo de la especie, esto se debe a parte de las sustancias nitrogenadas que contienen unidas a la quitina. Esto quiere decir que, si su composición de nitrógeno difiere de su composición proteica real, no significa que por una mayor cantidad de sustancias nitrogenadas tengamos una biodisponibilidad alta (14).

Los insectos son ricos en fenilalanina, tirosina, lisina, treonina y triptófano. Esta composición varía en función de la alimentación del insecto (natural o a base de piensos). Cabe destacar entre ellos a la leucina, ya que en este tipo de fuente alimentaria es un aminoácido limitante (6). En el caso de los ortópteros, el contenido proteico es mayor que en la carne de cabra, el pollo o el cerdo, aunque su digestibilidad es menor(11, 14).

Una alternativa al desabastecimiento de alimentos para la obtención de proteínas de alta calidad sería obtenerlas de algunas especies de insectos cuya composición de aminoácidos sea óptima. Las proteínas que se encuentran en el gusano de la harina, *Tenebrio molitor*, han demostrado tener una composición proteica de gran calidad (15).

Siempre hay que matizar que existe diferencia entre el nivel considerado recomendado de aminoácidos y el nivel mínimo de ingesta requerida de cada aminoácido. El enfoque de PDCAAS (Protein Digestibility-Corrected Amino Acid Score) y DIAAS (Índice de Aminoácidos Indispensables Digestibles) para evaluar la calidad de las proteínas de los insectos se puede comparar con las fuentes de péptidos habituales en la población occidental (Tabla 2)

Los hidrolizados proteicos cuentan con propiedades funcionales entre las que destacan las nutricionales. Estas propiedades las vemos en harinas como las larvas de oruga (*Imbrasia oyemensis*) tanto desgrasadas como nativas, aunque su solubilidad es baja debido a su punto isoeléctrico. La fracción proteica hidrolizada tiene una solubilidad mucho mayor, de un 80%. Todo esto sería interesante en cuanto a las capacidades anabólicas de las harinas de insectos y de su posibilidad de aumentar la disponibilidad posprandial de los aminoácidos en sangre (16).

El uso de preparados de proteínas de insectos en dietas sin gluten es una alternativa interesante a los ingredientes convencionales debido a que la extracción de gluten de los productos panaderos deriva en una escasa retención de gases en el proceso de fermentación. Dicha problemática puede ser corregida a través de la adición de harinas, previamente desgrasadas, de insectos como las de grillo, que aportan proteínas sin gluten (17).

Tabla 2

Comparación de los distintos aminoácidos esenciales encontrados en *Tenebrio molitor* y *Acheta domesticus* con distintos productos cárnicos (mg/100 g de porción comestible) (6).

Aminoácidos esenciales									
Especies	ILE	LEU	LYS	MTH	TRYP	PHE	HIS	THRE	VAL
<i>Acheta domesticus</i> A	940	2050	1100	300	130	650	480	740	1070
<i>Acheta domesticus</i> L	710	1270	1090	274	144	587	450	680	1050
<i>Tenebrio molitor</i> A	1030	1960	1050	300	260	620	680	810	1500
<i>Tenebrio molitor</i> L	835	1400	1070	400	216	654	559	770	1280
Pierna de cordero	773	1195	1267	381	196	621	425	727	785
pierna de ternera	826	1293	1349	413	174	660	551	688	853
Carne de caballo	1457	2129	2240	627	226	853	627	874	1122
Hombro de puerco	821	1432	1483	487	235	699	584	966	927
Solomillo de ternera	997	1680	1844	560	232	911	706	951	1038
Canal de conejo	825	1277	1462	452	186	771	426	717	851
Canal de ganso	264	493	515	144	84	254	162	268	287
Canal de pato	391	611	686	214	95	329	250	370	479

Nota: Las abreviaturas de los encabezados de las columnas son las siguientes: ILE: isoleucina, LEU: leucina,

Pechuga de pavo	915	1419	2015	522	248	703	537	994	953
Muslo de pavo	797	1233	1758	452	217	607	468	865	826
Pechuga de pollo	1251	1579	2022	631	360	772	941	911	1345
Muslo de pollo	982	1240	1590	497	283	606	739	715	1057

LYS: lisina, MTH: metionina, CYS: cistina, PHE: fenilalanina, TYR: tirosina, THRE: treonina, TRYP: triptófano, VAL: valina, A: insecto adulto, L: forma larvaria.

Carbohidratos (HC)

Los HC es el macronutriente que menos predominan, contando con un 15-50% en órdenes como coleoptera y orthoptera (18). Entre ellos destacan la Quitina y la Threalosa.

En los artrópodos podemos encontrar la Quitina, un polisacárido natural considerado el segundo biopolímero más abundante en la naturaleza después de la celulosa. Es sabido que los insectos, tales como los grillos tienen efecto reductor de la masa grasa gracias a la quitina, haciendo que aquellos animales que los consuman sean más delgados que otros que consuman otro tipo de piensos o sustentos carentes de esta (19). Sin embargo, la quitina reduce la digestibilidad de los insectos ya que es una fibra no digerible a pesar de que en nuestros jugos gástricos se encuentre la enzima quitinasa. Esto sucede porque en la población Europea, esta proteína se encuentra inactiva. Debido a la unión de las cadenas nitrogenadas con esta, para poder obtener proteína de calidad, es necesario eliminar la quitina, por ejemplo, a través del proceso de liofilización (12).

A través de la desacetilación parcial de esta sustancia se obtiene el quitosano, utilizado comercialmente como suplemento alto en fibra (19). El quitosano se suele emplear como aditivo para rumiantes (disminuyendo así las emisiones de metano) y para plantas (activando sus defensas frente patógenos), entre otros numerosos beneficios para la salud. En el caso de los humanos, el consumo de fuentes alimentarias como el polvo de grillo aumenta 5,7 veces el probiótico *Bifidobacterium animalis*, dotando al quitosano de propiedades farmacológicas, antimicrobianas, antivirales, anticoagulantes, antihipertensivas, hipolipidémicas e hipercolesterolémicas (20–24).

Por otra parte, encontramos un disacárido descubierto en el siglo XIX por Berthelot en los huevos de escarabajos del género *Larinus*, al que denominó trehalosa. Esta sustancia, también llamada micoso, está formada por dos glucosas permitiendo preservar estructuras celulares como membranas y proteínas. Es también interesante a la hora de consumir productos que no se puedan obtener frescos debido a su lejana procedencia, secándolos con trehalosa y, posteriormente, rehidratarlos y servirlos como frescos (25).

Actualmente, se tiene constancia de que este compuesto se encuentra distribuido en la naturaleza desde microorganismos como bacterias, hasta insectos, hongos y plantas, incluso en

numerosos alimentos como la miel y en fermentados como la cerveza, el vino o el vinagre. Además, algunos seres vivos contienen genes funcionales capaces de codificar la enzima trehalasa que permite degradar este compuesto. Entre ellos encontramos al *Homo sapiens* capaz de sintetizarla en el riñón, donde continuamente se produce la osmorregulación en la que la trehalosa constituye un papel fundamental (25, 26). Diversos estudios clínicos apuntan que las intolerancias a la trehalosa o intolerancia a los champiñones son muy poco comunes y conocidas, de facto son bastante más bajas en comparación con aquellas que origina el déficit de lactasa con la ingestión de lácteos (26).

Recientes estudios han afirmado que el uso de la trehalosa como edulcorante artificial ofrece beneficios tanto fisiológicos como cardiometabólicos; fomenta la pérdida de peso, mejora el control glucémico e incluso reduce la resistencia insulínica. Su utilización podría ayudar a disminuir el riesgo de padecer obesidad y diabetes tipo 2 (27).

Grasas (LIP)

Es la segunda fracción que más abunda en los insectos por detrás de las proteínas, sobre todo en su etapa larval. El contenido lipídico que suelen presentar es alto, incluso en algunos es superior a los alimentos cotidianos de nuestra dieta (carne, pescado, leche o huevos) (24). En los ortópteros (*Acheta domesticus* y *Locusta migratoria*) suele oscilar sobre el 13%, mientras que en los coleópteros (*Tenebrio molitor*) ronda alrededor del 33% (11,28).

Comúnmente, algunas especies como el grillo, contienen niveles altos de Om3 y Om6 en relación 3:1, en comparación con algunos de los mamíferos terrestres y los peces de agua dulce. Es cierto que los animales que viven en medios acuáticos salados, tienden a tener mayores niveles de Om3 que los expuestos (13).

Antinutrientes

Los antinutrientes son compuestos naturales o sintéticos que interfieren con la absorción de nutrientes (29). Entre los que podemos encontrar en los insectos, destacamos; toxinas, fitatos, taninos, fenoles, hidrocianuros (HCN), oxalatos y ácido fítico (30). Algunas de estas sustancias también ofrecen efectos beneficiosos para la salud como los fitatos, los taninos y los fenoles por sus propiedades antioxidantes (31), aunque estos últimos pueden interferir con la absorción del hierro y generar anemias (32). Hay que tener en cuenta que para verdaderamente ejercer un efecto antinutricional, estos compuestos tienen que encontrarse en cantidades suficientes. En el caso de los insectos, sus niveles son muy bajos por lo que se consideran seguros y nutricionalmente aceptables (33).

Péptidos antimicrobianos

Los AMP o péptidos antimicrobianos son pequeños polipéptidos (30-60 aminoácidos) que se encuentran en los insectos. Están codificados por genes y son creados en las células por una estructura denominada ribosoma. Entre los más destacados podemos encontrar las lebecinas, las attacinas, las cecropinas, las defensinas... Entre muchos otros ricos en moricinas, prolinas y gloverinas. El uso de los AMP como sustancias antimicrobianas ha sido ampliamente estudiado, de hecho, se ha demostrado que péptidos ricos en prolina (abaecina) y ricos en glicina (hime-noptaecina) combinados tienen efecto bactericida (34). En estos animales se pueden clasificar los AMP en péptidos ricos en cisteína, en prolina, en glicina y péptidos α -helicoidales, pudiendo ser eficaces para combatir desde la *Escherichia coli* hasta la *Listeria monocytogenes* (35).

Es cierto que, la mayor reserva de péptidos antimicrobianos se encuentra en las distintas e inexploradas especies de insectos que pueden ser de utilidad como alternativa a los antibióticos convencionales, enfrentándose a la patogenicidad de microorganismos multirresistentes (36).

Compuestos antioxidantes

Los seres humanos sufrimos un proceso bioquímico esencial para la vida que se denomina oxidación. A veces, se produce de manera excesiva y genera lo que conocemos como estrés oxidativo que, junto con los radicales libres, dañan a las células del organismo. Para combatir con este estrés, necesitamos de la ayuda de compuestos denominados antioxidantes que se encargan de inhibir y/o reducir este proceso (37).

Algunas especies de insectos poseen estos compuestos, las harinas e incluso los hidrolizados de proteínas de insectos han demostrado ser unos antioxidantes prometedores en cuanto a la eliminación de radicales libres y su poder reductor (38). En el siguiente estudio, se calculó la actividad antioxidante a través de extractos de larvas liofilizadas de *Tenebrio molitor*. Se ha comprobado, que los extractos de larvas crudas y secadas con infrarrojos, microondas o alta frecuencia indican mayores cantidades de compuestos y capacidad antioxidante que aquellas secadas en horno (39). Los mecanismos a través de los cuales los hidrolizados de proteínas ejercen la actividad antioxidante no se conocen del todo, pero se sabe que tanto el tipo de los aminoácidos que los componen como su secuencia, son imprescindibles para su actividad antioxidante (40, 41).

También se ha demostrado la capacidad de los insectos para inhibir la lipasa pancreática, de hecho, este estudio afirma que los extractos de *Tenebrio molitor* en comparación con los de *Acheta domesticus* tienen mayor actividad antioxidante, y con ello una mayor capacidad de inhibición de la lipasa pancreática (42).

Otros

Numerosos estudios en ratones de complejión obesa que han sido alimentados con larvas de *Tenebrio molitor* en polvo, han revelado el poder reductor de estas sobre la diabetes tipo II y la acumulación de lípidos y triglicéridos en los adipocitos (43). A su vez, se especula el papel que la polilla de la cera, el gusano de la seda y el gusano amarillo cumplen en la disminución de la hipertensión (HTA) en ratones, a través de la inhibición de la angiotensina (ECA) (44).

Seguridad

A día de hoy, los insectos pueden ser un riesgo, en cuanto a seguridad alimentaria se refiere, a través de 4 formas; la toxicidad del propio insecto; la adquisición de sustancias nocivas o patógenos; a causa del ciclo de producción; o, simplemente, como consecuencia de una reacción alérgica a estos. Por ello, se establece la necesidad de contar con unas buenas prácticas de higiene y realizar un APPCC en el caso de ser productor de insectos comestibles, sobre todo en países más desarrollados con una normativa más estricta como pasa en Europa (11).

La Comisión Europea requiere de una autoridad de base científica como lo es la EFSA para evaluar la seguridad de los insectos comestibles antes de aprobar el reglamento citado anteriormente. Este organismo evaluó riesgos microbiológicos, parasitarios, medioambientales, químicos, alergias e intolerancias. Todos estos tanto en el consumidor como en los animales, ya que los consumen enteros o a través de piensos que los contienen. La evaluación se hizo en

todas las etapas metamórficas de los insectos, también en la cría, en la producción y en el consumo final de estos, concluyendo que en las cantidades recomendadas, los insectos aprobados por la legislación de la UE se encuentran exentos de peligro en su ingestión por humanos (7).

Actitud del consumidor

Las personas nos desarrollamos en zonas geográficas y en culturas que conforman nuestras preferencias y gustos a la hora de elegir sustentos. Nuestra infancia, marca placeres únicos en la alimentación que nos proporcionan seguridad y estabilidad, más que calidad nutricional (1).

En el mundo existen infinidad de patrones alimentarios y el avance tecnológico nos permite alcanzar y diversificar nuestra alimentación de tal manera que adoptamos nuevas experiencias y sabores a nuestros paladares (45,46). La población que a parte de su dieta habitual es insectívora, es decir, se alimenta de insectos, es cada vez más abundante de lo que muchos se piensan (Figura 1) (47).

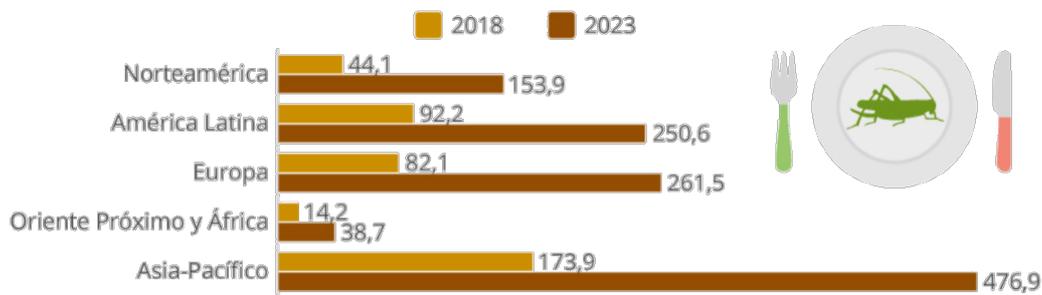


Figura 1: Volumen de mercado de los insectos comestibles (47).

La aceptación de la entomofagia está influenciada, entre muchas cosas, por el precio, el sabor, la disponibilidad... (48). Hay que ser conscientes que de forma directa o indirecta los seres humanos practicamos la entomofagia dentro de la cadena alimentaria, a través del consumo de aves, ganado o peces cuya alimentación es a base de insectos (41). Existen algunos cuestionarios para determinar la aceptación de los distintos consumidores hacia estos invertebrados como: la escala de neofobia alimentaria y la escala de fobia a los insectos (Tabla 3) (49).

Tabla 3

Escala de Neofobia Alimentaria (FNS) y Escala de Fobia a los Insectos (IPS) (49).

Número	Declaración	Mediana	IQ R
1	Constantemente estoy probando alimentos nuevos y diferentes (R).	3	2
2	No confío en los alimentos nuevos.	3	2
3	Si no sé qué es un alimento, no lo pruebo.	4	3
4	Me gustan las comidas de diferentes culturas (R).	2	3
5	La comida étnica parece demasiado rara para comer.	2	2
6	En las cenas, probaré alimentos nuevos (R).	2	2
7	Tengo miedo de comer cosas que nunca antes había comido.	3	3
8	Soy muy particular acerca de los alimentos que como.	4	3

Número	Declaración	Mediana	IQR
9	Comeré casi cualquier cosa (R).	2	2
10	Me gusta probar nuevos restaurantes étnicos (R).	2	3

Nota: R, codificación inversa e IQR, rango intercuartílico

Número	Declaración
1	La idea de comer insectos me produce repugnancia/repulsión.
2	El consumo de insectos no es socialmente aceptable.
3	Me temo que los alimentos a base de insectos tienen un sabor desagradable.
4	Me temo que los alimentos a base de insectos tienen una consistencia desagradable.
5	Creo que los alimentos a base de insectos tienen mala higiene.
6	Creo que comer insectos no es adecuado para nuestra dieta.

A su vez, cabe destacar la existencia de aversiones hacia estos productos por cuestiones meramente culturales, por ejemplo, el consumo de la langosta de mar (*Palinurus elephas*) se considera una delicia en occidente a pesar de encontrarse dentro del filo artrópodos junto a los insectos, arácnidos y miriápodos (50). Para aumentar su aceptación, los insectos se están usando como ingredientes de muchas preparaciones como en panes, hamburguesas y tortillas (47). Otras estrategias para abordar en los consumidores incluyen: la provisión de más información sobre los beneficios del consumo de insectos (51, 52), banquetes de insectos donde se ofrece su degustación, la utilización de modelos de conducta como chefs importantes o la promoción de sus beneficios medioambientales (53).

Discusión y conclusiones

A partir de la búsqueda bibliográfica, se seleccionan 10 artículos de estudios experimentales los cuales se dividen según el modelo de estudio empleado (Figura 2).

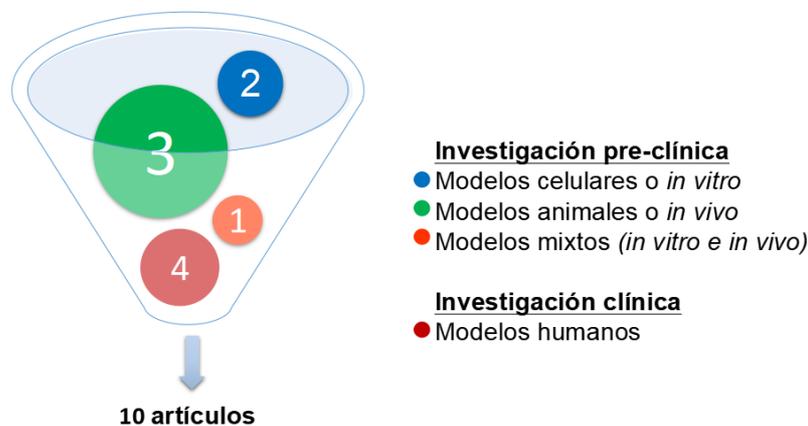


Figura 2: Clasificación de los distintos estudios experimentales según el modelo de estudio empleado (15, 18, 19, 24, 27, 39, 41, 42, 49, 51). Elaboración propia.

En cuanto al consumo de insectos y su valor nutricional, 5 artículos de revisión (6, 11, 13, 14, 29) incorporados en el trabajo plantean los insectos comestibles como parte interesante a adoptar en la cadena trófica de los seres humanos debido a su alto valor nutricional. También se han incluido 3 artículos experimentales que versan sobre esta temática. En base al modelo experimental utilizado, podemos dividir estos estudios en: 1 estudio clínico (humanos) (15) y 1 estudio experimental en animales o *in vivo* (insectos) (18).

En relación con el consumo y el valor nutricional de los insectos, Orkusz A (6) y Payne CLR et al (29) afirman que estos poseen un alto valor nutricional al igual que los productos cárnicos ya que son ricos en macro y micronutrientes algunos de ellos esenciales, aunque del contenido vitamínico hay pocos datos disponibles. Las formas adultas de insectos son las que más contenido proteico contienen, seguidos de las larvas. Por otro lado, las hembras son las que poseen más contenido lipídico que los machos según Van Luis A (11). Es cierto que la composición nutricional estos animales destaca por contener Om3/Om6, hierro, zinc y proteínas de alto valor biológico que aportan beneficios significativos a la salud, pudiendo paliar la desnutrición en países con carencias nutricionales, en conflictos bélicos, en sequías, etc, o ser utilizados como un aporte extra para mejorar el estado salutífero de las personas (13,14). Hermans WJH et al realizaron un estudio en humanos en el que se demostró que derivados proteicos del gusano de la harina poseen, después de ser ingeridos, igual capacidad de liberación de aminoácidos en sangre, tasa de síntesis proteica y digestibilidad que aquellas derivadas de productos lácteos. Hoy en día, el principal inconveniente es que son productos con precios muy elevados debido a su escasa producción (15). Por otro lado, Adámková A et al (18) analizaron otros nutrientes como lo son la grasa y la quitina tanto en el grillo doméstico como en el gusano de la harina común y el gusano de la harina gigante, concluyendo que el grillo poseía más cantidad de quitina que los gusanos y estos últimos más grasa, siendo esta más alta en el gusano de la harina gigante (35%) que en el común (31%).

Haciendo referencia a estas sustancias como la quitina, la trehalosa, los péptidos antimicrobianos y los compuestos antioxidantes, entre otros, en base al modelo experimental utilizado podemos dividir los estudios experimentales sobre la temática en: 1 estudio clínico (humanos) (27), 2 estudios experimentales en animales o *in vivo* (insectos) (19, 39), 1 estudio experimental mixto (*in vivo e in vitro*) (42) y 2 estudios *in vitro* (24, 41). También se han incluido 5 artículos de revisión relevantes (21, 23, 26, 34, 43).

Diversas investigaciones relacionan a la quitina con un efecto reductor de masa grasa en pollos de engorde debido a su actuación como fibra dietética, de hecho Lokman IH et al (19) revelaron que la quitina del grillo a 0,5 g/kg mejoró significativamente el rendimiento del crecimiento y las características de los órganos, y redujo la acumulación de grasa en los pollos de engorde con respecto a una dieta basal, a su vez, según Tripathi K et al (21) mejora la composición de la microbiota entre muchos otros efectos interesantes explicados anteriormente como antihipertensivos e hipocolesterolemiantes, sin embargo, Betchem G et al (23) y Di Mattia C et al (24) afirman que debido a su difícil digestión se utilizan como ingredientes en productos farmacéuticos, cultivos celulares, ingeniería, etc, más que como ingrediente alimenticio. En cuanto a otro hidrato de carbono como lo es la trehalosa, Ahmed A et al (26) han observado, a parte de su participación en la osmoregulación del riñón, que su consumo como edulcorante artificial ofrece la capacidad de controlar la glucemia en sangre, disminuyendo la prevalencia de obesidad y diabetes tipo II. Aunque Yoshizane C et al (27)

afirman que es necesario realizar estudios en pacientes prediabéticos y diabéticos tipo 2 para confirmarlo.

Otros compuestos bioactivos a resaltar son los péptidos antimicrobianos y los compuestos antioxidantes. En cuanto a los péptidos, Jantzen da Silva Lucas et al (34) han demostrado que tienen efecto sobre todo en la reducción de los niveles de *Listeria monocytogenes* y *E. coli*. Cabe destacar que los péptidos tienen otras propiedades como su alta capacidad emulsionante o espumante que los hace ideales para su uso como ingrediente alimentario, confiriendo a los productos alto valor nutricional y mejores características organolépticas (39). Los compuestos antioxidantes de los extractos de los insectos comestibles *Acheta domesticus* y *Tenebrio molitor*, en relación a su capacidad antioxidante y a sus posibles efectos en la inhibición de la lipasa pancreática según Navarro Del Hierro J et al, ambos mostraron capacidad antioxidante, pero en el caso de la inhibición de la lipasa pancreática los de *Tenebrio molitor* son los más efectivos (41).

En relación con otros beneficios que pueden aportarnos los insectos, Seo M et al (42) han demostrado que el polvo de larva de *Tenebrio molitor* influye en la adipogénesis y en el síndrome metabólico atenuando, en ratones obesos, el aumento de peso corporal. Esto nos lleva a afirmar su potencial como agente terapéutico en el tratamiento de la obesidad en humanos. A su vez, Cito A et al (43) apuestan por el efecto inhibitorio de la ECA de los péptidos bioactivos procedentes de hidrolizados proteicos de insectos para el tratamiento de la hipertensión.

En cuanto a la actitud del consumidor frente a la entomofagia, 2 revisiones (48, 50) y 2 ensayos clínicos en humanos (49, 51) muestran como uno de los principales impedimentos, si no es el mayor, para aumentar el consumo de insectos a gran escala es el fuerte rechazo o reticencia hacia ellos como alimento. Numerosos estudios han intentado averiguar cómo conseguir una mayor aceptación por parte de la población en la práctica entomofágica, más allá de demostrar sus potenciales beneficios para la salud.

En la revisión realizada por House J (48) en Países bajos, se evaluó de manera crítica la aceptación de los comensales de alimentos precocinados a base de insectos, concluyendo que la atención no debería de estar basada en su aceptación sino en la evaluación de factores sociales, prácticos y contextuales que la determinan. En el caso de Italia, Moruzzo R et al (49) realizaron un estudio a través de 420 cuestionarios introduciendo una escala experimental específica de insectos y una referente a la neofobia, cuyos resultados no fueron concluyentes debido a la falta de escalas específicas para determinar la “fobia a los insectos”. Por otro lado, Toti et al (50) demostraron que la dieta italiana todavía está claramente influenciada por la tradición local y hace falta aumentar su motivación psicológica. En cambio, una proporción considerable de estadounidenses (72%) e indios (74%) estaban al menos dispuestos a considerar la posibilidad de comer algún tipo de alimento a base de insectos, sobre todo por parte de los hombres, aunque el asco parece ser la reacción más común de ambos grupos ante la perspectiva de comer insectos, según apuntan Ruby MB et al (51).

Es necesario llevar a cabo más investigaciones para evaluar el efecto de las variaciones culturales existentes entre la población de los distintos países, sobre todo europeos, acerca de la neofobia alimentaria y la aceptación de los insectos. Esto se debe a que el éxito potencial de una estrategia en un país puede no ser adecuado para otros.

Con todo esto podemos concluir que los insectos contienen proteínas de alto valor biológico y péptidos bioactivos los cuales son un complemento clave al patrón dietético habitual de la

población, enriqueciendo su dieta y proporcionando efectos anabolizantes, antimicrobianos, entre otros. Algunos extractos extraídos de algunos insectos como de *Acheta domesticus* y *Tenebrio molitor*, poseen actividad antioxidante como lo son los hidrolizados proteicos. Además el gusano de la harina tiene posibles efectos en la inhibición de la lipasa pancreática. Por otro lado, también contienen hidratos de carbono interesantes como la trehalosa cuya utilización como edulcorante artificial podría mejorar el control glucémico e incluso reducir la resistencia insulínica de las personas que la padecen. A la fibra como la quitina que se encuentra en aquellos pequeños invertebrados que poseen exoesqueleto, aunque sea de difícil digestión, se le atribuyen posibles efectos como reguladora de la adipogénesis y, junto con uno de sus componentes, el quitosano, puede contribuir a la mejora de la composición de la microbiota, entre otros efectos como antihipertensivos, anticoagulantes y antivirales. En cuanto al contenido lipídico, los insectos destacan por su composición en ácidos grasos Om3 y 6 esenciales para el ser humano, incluso al mismo nivel que los que encontramos en los peces, sobre todo los de agua dulce. Se ha demostrado que, junto a las proteínas, la grasa es el principal componente a tener en cuenta para evitar la malnutrición, la desnutrición y la inanición, sobre todo en países subdesarrollados.

Por ende, se puede ultimar que todas estas sustancias en su conjunto confieren a los insectos la capacidad de ofrecer beneficios a la salud de las personas e inclusive salvaguardando la seguridad alimentaria, aumentando la sostenibilidad medioambiental, optimizando la agricultura y enriqueciendo los productos alimenticios existentes.

Referencias

- (1) Fleita Zaragozano J. Entomofagia: ¿una alternativa a nuestra dieta tradicional? Sanid Mil. marzo de 2018;74(1):41-6. Doi:10.4321/s1887-85712018000100008
- (2) Contribution à l'augmentation de la productivité animale à travers l'amélioration de l'alimentation du bétail auprès des ménages | La plataforma global de la inocuidad de los piensos | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [Internet]. [citado 3 de abril de 2022]. Disponible en: <https://www.fao.org/feed-safety/resources/resources-details/es/c/1106216/>
- (3) Insects | Free Full-Text | Edible Insects and Sustainable Development Goals | HTML [Internet]. [citado 3 de abril de 2022]. Doi: 10.3390/insectos12060557
- (4) Churchward-Venne TA, Pinckaers PJM, van Loon JJA, van Loon LJC. Consideration of insects as a source of dietary protein for human consumption. Nutr Rev. 1 de diciembre de 2017;75(12):1035-45. Doi: 10.1093/nutrit/nux057
- (5) Actitudes de los consumidores hacia la entomofagia antes y después de evaluar las proteínas en polvo a base de grillo (*Acheta domesticus*) - PubMed [Internet]. [citado 3 de abril de 2022]. Doi: 10.1111/1750-3841.15043
- (6) Orkusz A. Edible Insects versus Meat—Nutritional Comparison: Knowledge of Their Composition Is the Key to Good Health. Nutrients. abril de 2021;13(4):1207. Doi: 10.3390/nu13041207
- (7) Pino Cebrián M. Por qué todavía no comemos insectos: marco legal en la Unión Europea. Rev Bioét Derecho. 2018;(42):311-41.
- (8) Schmidt A, Call L-M, Macheiner L, Mayer HK. Determination of vitamin B12 in four edible insect species by immunoaffinity and ultra-high performance liquid chromatography. Food Chem. 30 de mayo de 2019;281:124-9. Doi: 10.1016/j.foodchem.2018.12.039
- (9) IUCN Red List of Threatened Species [Internet]. [citado 3 de abril de 2022]. Disponible en: <https://www.iucnredlist.org/species/64336581/74517796>

- (10) *Locusta migratoria* (Linnaeus, 1758) [Internet]. [citado 3 de abril de 2022]. Disponible en: <https://www.gbif.org/es/species/1713418>
- (11) Van Huis A. Edible insects are the future? *Proc Nutr Soc.* agosto de 2016;75(3):294-305. Doi: 10.1017/S0029665116000069
- (12) Skotnicka M, Karwowska K, Kłobukowski F, Borkowska A, Pieszko M. Possibilities of the Development of Edible Insect-Based Foods in Europe. *Foods Basel Switz.* 3 de abril de 2021;10(4):766. Doi: 10.3390/foods10040766
- (13) Halloran A, Flore R, Vantomme P, Roos N, editores. *Edible Insects in Sustainable Food Systems* [Internet]. Cham: Springer International Publishing; 2018 [citado 3 de abril de 2022]. p. 83-91. Doi: 10.1007/978-3-319-74011-9_5
- (14) Magara HJO, Niassy S, Ayieko MA, Mukundamago M, Egonyu JP, Tanga CM, et al. Edible Crickets (Orthoptera) Around the World: Distribution, Nutritional Value, and Other Benefits-A Review. *Front Nutr.* 2020;7:537915. Doi: 10.3389/fnut.2020.537915
- (15) Hermans WJH, Senden JM, Churchward-Venne TA, Paulussen KJM, Fuchs CJ, Smeets JSJ, et al. Insects are a viable protein source for human consumption: from insect protein digestion to postprandial muscle protein synthesis in vivo in humans: a double-blind randomized trial. *Am J Clin Nutr.* 1 de septiembre de 2021;114(3):934-44. Doi: 10.1093/ajcn/nqab115.
- (16) Jantzen da Silva Lucas A, Menegon de Oliveira L, da Rocha M, Prentice C. Edible insects: An alternative of nutritional, functional and bioactive compounds. *Food Chem.* 1 de mayo de 2020;311:126022. Doi: 10.1016/j.foodchem.2019.126022
- (17) Botella-Martínez C, Lucas-González R, Pérez-Álvarez JA, Fernández-López J, Viuda-Martos M. Assessment of chemical composition and antioxidant properties of defatted flours obtained from several edible insects. *Food Sci Technol Int.* 1 de julio de 2021;27(5):383-91. Doi: 10.1177/1082013220958854
- (18) Adámková A, Mlček J, Kouřimská L, Borkovcová M, Bušina T, Adámek M, et al. Nutritional Potential of Selected Insect Species Reared on the Island of Sumatra. *Int J Environ Res Public Health.* mayo de 2017;14(5):521. Doi: 10.3390/ijerph14050521
- (19) Lokman IH, Ibitoye EB, Hezmee MNM, Goh YM, Zuki ABZ, Jimoh AA. Effects of chitin and chitosan from cricket and shrimp on growth and carcass performance of broiler chickens. *Trop Anim Health Prod.* noviembre de 2019;51(8):2219-25. Doi: 10.1007/s11250-019-01936-9
- (20) Salem M, Elsayed HAG. Effects of dietary chitosan supplementation on farmed fish; a review. *Rev Aquac.* 19 de enero de 2019;12. Doi: 10.1111/raq.12326
- (21) Tripathi K y Singh A. CHITIN, CHITOSAN AND THEIR PHARMACOLOGICAL ACTIVITIES: A REVIEW | INTERNATIONAL JOURNAL OF PHARMACEUTICAL SCIENCES AND RESEARCH [Internet]. 2018 [citado 3 de abril de 2022]. Doi: 10.13040/IJPSR.0975-8232.9(7).2626-35
- (22) Sharif R, Mujtaba M, Ur Rahman M, Shalmani A, Ahmad H, Anwar T, et al. The Multifunctional Role of Chitosan in Horticultural Crops; A Review. *Mol Basel Switz.* 10 de abril de 2018;23(4):E872. Doi: 10.3390/molecules23040872
- (23) Betchem G, Johnson N a. N, Yun W. The application of chitosan in the control of post-harvest diseases: a review. *J Plant Dis Prot.* 2019;126(6):495-507.
- (24) Di Mattia C, Battista N, Sacchetti G, Serafini M. Antioxidant Activities in vitro of Water and Liposoluble Extracts Obtained by Different Species of Edible Insects and Invertebrates. *Front Nutr.* 15 de julio de 2019;6:106. Doi: 10.3389/fnut.2019.00106
- (25) Iturriaga G. Vida latente y resurrección de los organismos. *Inven Génesis Cult Univ En Morelos.* 2005;1(2):53-8. Doi: 20.500.12055/367
- (26) Ahmed A, Khan TA, Dan Ramdath D, Kendall CWC, Sievenpiper JL. Rare sugars and their health effects in humans: a systematic review and narrative synthesis of

the evidence from human trials. *Nutr Rev.* 10 de enero de 2022;80(2):255-70. Doi: 10.1093/nutrit/nuab012

(27) Yoshizane C, Mizote A, Arai C, Arai N, Ogawa R, Endo S et al. Daily consumption of one teaspoon of trehalose can help maintain glucose homeostasis: a double-blind, randomized controlled trial conducted in healthy volunteers - PubMed [Internet]. [citado 3 de abril de 2022]. Doi: 10.1186/s12937-020-00586-0

(28) Aesan - Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición [Internet]. [citado 3 de abril de 2022]. Disponible en: https://www.aesan.gob.es/AECOSAN/web/noticias_y_actualizaciones/noticias/2021/evaluacion_insecto_alimento.htm

(29) Payne CLR, Scarborough P, Rayner M, Nonaka K. Are edible insects more or less «healthy» than commonly consumed meats? A comparison using two nutrient profiling models developed to combat over- and undernutrition. *Eur J Clin Nutr.* marzo de 2016;70(3):285-91.

(30) Mahan LK, Raymond JL. Krause dietoterapia [Internet]. 2017 [citado 3 de abril de 2022]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=702106>

(31) Raheem D, Raposo A, Oluwole OB, Nieuwland M, Saraiva A, Carrascosa C. Entomophagy: Nutritional, ecological, safety and legislation aspects. *Food Res Int Ott Ont.* diciembre de 2019;126:108672. Doi: 10.1016/j.foodres.2019.108672

(32) Gimeno Creus E. Compuestos fenólicos. Un análisis de sus beneficios para la salud. *Offarm.* 1 de junio de 2004;23(6):80-4.

(33) Testa M, Stillo M, Maffei G, Andriolo V, Gardois P, Zotti CM. Ugly but tasty: A systematic review of possible human and animal health risks related to entomophagy. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 22 de noviembre de 2017;57(17):3747-59. Doi: 10.1080/10408398.2016.1162766

(34) Jantzen da Silva Lucas A, Menegon de Oliveira L, da Rocha M, Prentice C. Edible insects: An alternative of nutritional, functional and bioactive compounds. *Food Chem.* 1 de mayo de 2020;311:126022. Doi: 10.1016/j.foodchem.2019.126022

(35) Tonk M, Vilcinskis A. The Medical Potential of Antimicrobial Peptides from Insects. *Curr Top Med Chem.* 2017;17(5):554-75. Doi: 10.2174/1568026616666160713123654

(36) Elejalde Guerra JI. Estrés oxidativo, enfermedades y tratamientos antioxidantes. *An Med Interna.* junio de 2001;18(6):50-9.

(37) Antioxidant activity of predigested protein obtained from a range of farmed edible insects - Zielińska - 2017 - International Journal of Food Science & Technology - Wiley Online Library [Internet]. [citado 3 de abril de 2022]. Doi: 10.1111/ijfs.13282

(38) Keil C, Grebenteuch S, Kröncke N, Kulow F, Pfeif S, Kanzler C, et al. Systematic Studies on the Antioxidant Capacity and Volatile Compound Profile of Yellow Mealworm Larvae (*T. molitor* L.) under Different Drying Regimes. *Insects.* febrero de 2022;13(2):166. Doi: 10.3390/insects13020166

(39) Hall FG, Jones OG, O'Haire ME, Liceaga AM. Functional properties of tropical banded cricket (*Gryllobates sigillatus*) protein hydrolysates. *Food Chem.* 1 de junio de 2017;224:414-22. Doi: 10.1016/j.foodchem.2016.11.138

(40) Effect of enzymatic hydrolysis on bioactive properties and allergenicity of cricket (*Gryllobates sigillatus*) protein - ScienceDirect [Internet]. [citado 3 de abril de 2022]. Doi: 10.1016/j.foodchem.2018.04.058

(41) Navarro Del Hierro J, Gutiérrez-Docio A, Otero P, Reglero G, Martín D. Characterization, antioxidant activity, and inhibitory effect on pancreatic lipase of extracts from the edible insects *Acheta domesticus* and *Tenebrio molitor*. *Food Chem.* 30 de marzo de 2020;309:125742. Doi: 10.1016/j.foodchem.2019.125742

- (42) Seo M, Goo T-W, Chung MY, Baek M, Hwang J-S, Kim M-A, et al. Tenebrio molitor Larvae Inhibit Adipogenesis through AMPK and MAPKs Signaling in 3T3-L1 Adipocytes and Obesity in High-Fat Diet-Induced Obese Mice. *Int J Mol Sci.* 28 de febrero de 2017;18(3):E518. Doi: 10.3390/ijms18030518
- (43) Cito A, Botta M, Francardi V, Dreassi E. Insects as source of angiotensin converting enzyme inhibitory peptides. *J Insects Food Feed.* 30 de noviembre de 2017;3(4):231-40.
- (44) Poma G, Cuykx M, Amato E, Calaprice C, Focant JF, Covaci A. Evaluation of hazardous chemicals in edible insects and insect-based food intended for human consumption. *Food Chem Toxicol.* 1 de febrero de 2017;100:70-9. Doi: 10.1016/j.fct.2016.12.006
- (45) Houbraken M, Spranghers T, De Clercq P, Cooreman-Algoed M, Couchement T, De Clercq G, et al. Pesticide contamination of Tenebrio molitor (Coleoptera: Tenebrionidae) for human consumption. *Food Chem.* 15 de junio de 2016;201:264-9. Doi: 10.1016/j.foodchem.2016.01.097
- (46) Uptake of Cadmium, Lead and Arsenic by Tenebrio molitor and Hermetia illucens from Contaminated Substrates [Internet]. [citado 3 de abril de 2022]. Doi: 10.1371/journal.pone.0166186
- (47) Gráfico: Los insectos comestibles quieren ser un alimento global | Statista [Internet]. [citado 3 de abril de 2022]. Disponible en: <https://es.statista.com/grafico/14656/los-insectos-comestibles-quieren-ser-un-alimento-global/>
- (48) House J. Consumer acceptance of insect-based foods in the Netherlands: Academic and commercial implications. *Appetite.* 1 de diciembre de 2016;107:47-58. Doi: 10.1016/j.appet.2016.07.023
- (49) Moruzzo R, Mancini S, Boncinelli F, Riccioli F. Insects | Free Full-Text | Exploring the Acceptance of Entomophagy: A Survey of Italian Consumers | HTML [Internet]. [citado 3 de abril de 2022]. Doi: 10.3390/insects12020123
- (50) Toti E, Massaro L, Kais A, Aiello P, Palmery M, Peluso I. Entomophagy: A narrative review on nutritional value, safety, cultural acceptance and a focus on the role of food neophobia in Italy. *EJIHPE Eur J Investig Health Psychol Educ.* 2020;10(2):628-43. Doi: 10.3390/ejihpe10020046
- (51) Ruby MB, Rozin P, Chan C. Determinants of willingness to eat insects in the USA and India. *J Insects Food Feed.* 1 de agosto de 2015;1:215-25. Doi: 10.3920/JIFF2015.0029
- (52) Linn SE. Book Review: van Huis A, van Gurp H, and Dicke M [eds.]. 2014. *The Insect Cookbook: Food for a Sustainable Planet.* Columbia University Press, New York, New York, XVII + 191 p. *Fla Entomol.* 2016;157-8. Doi: 10.3390/foods11243961
- (53) Deroy O, Reade B, Spence C. The insectivore's dilemma, and how to take the West out of it. *Food Qual Prefer.* 1 de septiembre de 2015;44:44-55. Doi: 10.1016/j.foodqual.2015.02.007

Fecha de recepción: 26/01/2023

Fecha de revisión: 06/02/2023

Fecha de aceptación: 24/04/2023